



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 100 13 216 A 1

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
H 05 B 37/02  
// F21Y 101:02

21 Aktenzeichen: 100 13 216,2  
22 Anmeldetag: 17. 3. 2000  
43 Offenlegungstag: 20. 9. 2001

DE 100 13 216 A 1

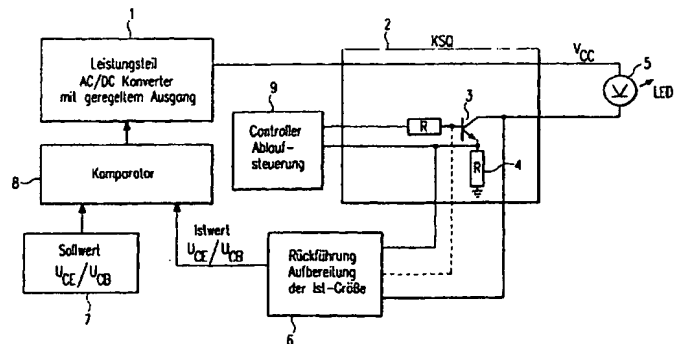
71 Anmelder:  
Tridonic Bauelemente Ges.m.b.H., Dornbirn, AT  
  
74 Vertreter:  
Mitscherlich & Partner, Patent- und Rechtsanwälte,  
80331 München

72 Erfinder:  
Böckle, Reinhard, Mäder, AT

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Spannungsversorgung von LED's für Beleuchtungszwecke

57 Für die Ansteuerung von LEDs 5 für Beleuchtungszwecke wird eine Konstantstromquelle 2 mit einem Transistor 3 verwendet. Damit der Transistor 3 den Strom durch die Leuchtdioden konstant halten kann, muß der Spannungsabfall zwischen Kollektor und Emmitter des Transistors 3 größer als die Sättigungsspannung des Transistors 3 sein. Gemäß der Erfindung wird der Spannungsabfall zwischen dem Kollektor und dem Emmitter des Transistors 3 (und entsprechend der FET-Transistoren) erfaßt und die Versorgungsspannung der Konstantstromquelle 2 derart geregelt, daß der erste Spannungsabfall am Transistors 3 einem Sollwert entspricht, der knapp oberhalb der Sättigungsspannung  $U_{CESAT}$  des Transistors 3 liegt.



DE 100 13 216 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Ansteuerschaltung für wenigstens eine Leuchtdiode bzw. für eine Leuchtdioden-Anordnung, auf eine Leuchtdioden-Anordnung sowie auf ein Verfahren zur Versorgung einer Konstantstromquelle mit einer Versorgungsspannung.

Die Erfindung bezieht sich allgemein auf das Gebiet von Leuchtdioden (LED's) und – genauer gesagt – auf das Gebiet der Verwendung von derartigen LED's zu Beleuchtungszwecken. Obwohl die Verwendung von LED's für Anzeige (Display)-Anwendungen seit langem bekannt ist, hat sich die Verwendung dieser Leuchtdioden für Beleuchtungszwecke erst in letzter Zeit entwickelt. Der Grund dafür ist u. a., daß die Ausbeute (Lichtleistung pro Watt) erst in letzter Zeit derartige Werte erreicht hat, daß der Wirkungsgrad von LED-Beleuchtungseinrichtungen zufriedenstellend ist.

Insbesondere die für die Erzeugung von weissem Licht notwendigen blauen LED's haben erst in letzter Zeit einen befriedigenden Wirkungsgrad erreicht.

Die Verwendung von LED's zu Beleuchtungszwecken, insbesondere in einer Matrixanordnung, um somit einen Art Strahler zu bilden, ist beispielsweise aus dem US-Patent US-A-6 016 038 bekannt.

Fig. 4 zeigt eine Ansteuerschaltung, wie sie in Produkten vorliegt, die von der Firma Colour Kinetics vertrieben werden und die im wesentlichen dem genannten US-Patent entsprechen.

Die Leuchtdiode LED wird dabei mit einer Konstantstromquelle KSQ angesteuert. Die Konstantstromquelle weist einen Bipolartransistor auf, wobei die Leuchtdiode LED mit dem Kollektor eines npn-Transistors verbunden ist. Der Emitter des Transistors Q1 der Konstantstromquelle KSQ ist mittels eines Ohmschen Widerstands R2 mit Masse verbunden und über die PWM-Schaltung zur Regelung des Stroms zum Steueranschluß des Transistors Q1 zurückgekoppelt. Der npn-Transistor stellt einen schaltbaren Stromabfluß (auch als Stromsenke oder auf Englisch "current sink" bezeichnet) dar. Mittels des Ohmschen Widerstandes R2 wird der Diodenstrom erfaßt und mittels Änderung der Basisspannung auf einen Sollwert geregelt.

Der Transistor Q1 kann den Ausgangsstrom nur konstant halten, solange er nicht übersättigt ist, d. h. solange die Spannung  $U_{CE}$  zwischen seinem Kollektor und seinem Emitter größer als die Sättigungsspannung  $U_{CESAT}$  ist. Die Sättigungsspannung liegt in der Regel zwischen etwa 0,7 und 1,2 Volt. Gemäß dem Stand der Technik wird daher als Versorgungsspannung  $U_{CC}$  angelegt, die deutlich über der Summe der Flussspannung an der Leuchtdiode LED und der Sättigungsspannung  $U_{CESAT}$  liegt. Somit wird eine Sicherheitsmarge geschaffen, um fertigungsbedingte oder thermische Toleranzen bzw. Schwankungen der Flussspannung der Diode sicher kompensieren zu können. Es wird somit eine ausreichend große Sicherheitsmarge zu der üblichen Sättigungsspannung  $U_{CESAT}$  hinzugefügt.

Wenn Leuchtdioden für Beleuchtungszwecke verwendet werden und daher entsprechende dick matrixartig gepackt werden, ist die Wärmeentwicklung bzw. Wärmeabfuhr ein sehr großes Problem. Wenn nunmehr aus den oben genannten Gründen eine Versorgungsspannung

$U_{CC} = (\text{Sättigungsspannung des Transistors} + \text{Sicherheitsmarge} + \text{Spannungsabfall an der Leuchtdiode})$

gewählt wird, fällt die als Sicherheitsmarge gewählte Spannung in der Regel als Verlustleistung an der Kollektor-Basisstrecke des Transistors Q1 ab, was eine weitere Wärmeabfuhr bedeutet.

Angesichts des obigen Problems ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Wärmeentwicklung bei Ansteuerschaltungen für Leuchtdioden für Beleuchtungszwecke zu verringern. Selbstverständlich soll dabei das Prinzip beibehalten werden, dass der Transistor der Konstantstromquelle nicht in die Sättigung gelangen darf.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst.

Erfindungsgemäß ist also eine Ansteuerschaltung für wenigstens eine Leuchtdiode bzw. Leuchtdioden-Anordnung vorgesehen. Die Ansteuerschaltung weist eine Konstantstromquelle auf, an die eine Versorgungsspannung angelegt ist und die einen Transistor mit einem Steueranschluß und zwei ausgangsseitigen Anschlüssen aufweist, wobei die Leuchtdiode bzw. Leuchtdioden-Anordnung in Serie zu einem der ausgangsseitigen Anschlüsse des Transistors geschaltet ist. Erfindungsgemäß ist eine Regelschleife vorgesehen, die den Spannungsabfall zwischen den beiden ausgangsseitigen Anschlüssen des Transistors  $U_{CE}$  und/oder zwischen dem ausgangsseitigen Anschluß, zu dem die Leuchtdiode in Serie geschaltet ist, und dem Steueranschluß  $U_{CB}$  erfaßt. Die Versorgungsspannung der Konstantstromquelle wird dann derart eingestellt, daß der Spannungsabfall  $U_{CE}$  zwischen den beiden ausgangsseitigen Anschlüssen des Transistors einem Sollwert entspricht, der oberhalb der Sättigungsspannung  $U_{CESAT}$  des Transistors liegt.

Der Transistor kann ein Bipolartransistor sein, bei dem die Spannungsdifferenz zwischen dem Kollektor und dem Emitter erfaßt wird.

Die Regelschleife kann eine Funktion zur Signalaufbereitung des erfaßten Spannungsabfalls aufweisen.

Erfindungsgemäß ist weiterhin eine Leuchtdioden-Anordnung vorgesehen, die wenigstens zwei Gruppen an Leuchtdioden unterschiedlicher Farbe aufweist, wobei wiederum jede Gruppe wenigstens eine Leuchtdiode aufweist. Erfindungsgemäß ist für eine jede Gruppe an Leuchtdioden eine Ansteuerschaltung wie oben ausgeführt vorgesehen.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung ist ein Verfahren zur Regelung der Versorgungsspannung einer Konstantstromquelle für wenigstens eine Leuchtdiode vorgesehen. Die Konstantstromquelle weist einen Transistor mit einem Steueranschluß und zwei ausgangsseitigen Anschlüssen auf und die Leuchtdiode ist in Serie zu einem der ausgangsseitigen Anschlüsse des Transistors geschaltet. Das Verfahren weist den Schritt der Erfassung des Spannungsabfalls zwischen den beiden ausgangsseitigen Anschlüssen des Transistors  $U_{CE}$  und/oder zwischen dem ausgangsseitigen Anschluß, zu dem die Leuchtdiode in Serie geschaltet ist, und dem Steueranschluß  $U_{CB}$  auf. In einem weiteren Schritt wird die Versorgungsspannung der Konstantstromquelle derart eingestellt, daß der Spannungsabfall zwischen den beiden ausgangsseitigen Anschlüssen des Transistors einem Sollwert entspricht, der oberhalb der Sättigungsspannung  $U_{CESAT}$  des Transistors liegt.

Der erfaßte Spannungsabfall kann in der Rückfuhrschleife als Signal aufbereitet werden.

Weitere Merkmale, Vorteile und Eigenschaften der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung und Ausführungsbeispielen und Bezug nehmend auf die Figuren der begleitenden Zeichnungen näher ersichtlich.

Fig. 1 zeigt eine schematische Ansicht einer Ansteuerschaltung für LED's (genauer gesagt LED-Arrays), bei der die Konstant-Versorgungsspannung der Konstantstromquelle geregelt wird.

Fig. 2 zeigt eine detaillierte Ansicht der Schaltung von Fig. 1.

Fig. 3 zeigt die Anwendung jeweils einer Konstantstromquelle, Versorgungsspannung und Regelschleife für je eine

Gruppe an farbigen Leuchtdioden in einem LED-Array und Fig. 4 zeigt eine bekannte Ansteuerschaltung für Leuchtdioden für Beleuchtungszwecke.

Vorab sei angemerkt, dass in den Ausführungsbeispielen der Transistor der Konstantstromquelle ein als Stromsenke geschalteter npn-Bipolartransistor ist. Selbstverständlich kann dieser durch einen pnp-Transistor als schaltbare Stromquelle ersetzt werden. Darüber hinaus sind beide Fälle auch in einer FET-Technologie realisierbar.

Fig. 1 zeigt eine schematische Ansicht einer Ansteuerschaltung für ein LED-Array 5, das mehrere Gruppen 10, 11, 12, jeweils bestehend aus mehreren roten, grünen bzw. blauen Leuchtdioden aufweist. In dem Ausführungsbeispiel von Fig. 1 wird das gesamte LED-Array 5 mit Konstantstromquellen 2 versorgt. Für sämtliche Konstantstromquellen 2 ist eine gemeinsame Rückführ- bzw. Regelschleife 6 vorgesehen, die – wie noch später erläutert werden wird – als Istwert den Spannungsabfall an den ausgangsseitigen Anschlüssen des Transistors erfaßt und zu einem Leistungsteil 1 mit geregelter (einstellbarer) DC-Ausgangsspannung zurückführt. Das Leistungsteil 1 versorgt die Konstantstromquellen 2 mit einer geregelten DC-Versorgungsspannung.

Um verschiedene lichttechnische Effekte beispielsweise durch Änderung der Beleuchtungsstärke (Dimmen) verschiedener Gruppen 10, 11, 12 der Leuchtdioden des LED-Arrays 5 zu erreichen, ist eine Ablaufsteuerung (Controller) 9 vorgesehen, die den Sollstrom durch Veränderung der Spannungssignale an den Steueranschlüssen der Transistoren der Konstantstromquellen 2 einstellen kann. Somit können Helligkeits- und Farbmischungsänderungen erzeugt werden.

In Fig. 2 ist der Aufbau der Konstantstromquelle 2 detailliert dargestellt. Wesentliches Bauteil der Konstantstromquelle 2 ist ein Transistor, hier ein npn-Bipolartransistor 3, der kollektorseitig mit der Leuchtdiode bzw. einer Leuchtdioden-Anordnung 5 verbunden ist und dessen Emittor mit einem Meßwiderstand (Ohm'scher Widerstand) 4 verbunden ist. Da der Strom durch den Meßwiderstand 4 im wesentlichen dem Strom durch die Leuchtdiode 5 entspricht (der Basisstrom kann vernachlässigt werden), ist der Spannungsabfall an dem Ohmschen Meßwiderstand 4 eine direkte Funktion des Diodenstroms und kann daher zur Regelung des Diodenstroms durch Veränderung der Spannung an dem Steueranschluß (Basis) des Transistors 3 verwendet werden.

Wie bereits eingangs gesagt, muß die Spannungsdifferenz zwischen dem Kollektor und dem Emittor des Transistors 3  $U_{CE}$  größer als die Sättigungsspannung  $U_{CESAT}$  des Transistors 3 sein, wenn dieser in der Lage sein soll, den Strom durch die Leuchtdiode auch bei leicht schwankender Versorgungsspannung  $U_{CC}$  konstant zu halten. Indessen besteht, wie bereits ausgeführt, das Problem, daß der Spannungsabfall der Leuchtdiode 5 (Flußspannung) fertigungsbedingt oder auch durch thermische Änderungen schwanken kann. Falls die Versorgungsspannung  $U_{CC}$  beim Stand der Technik exakt der Summe der Flußspannung der Leuchtdioden 5 und der Sättigungsspannung  $U_{CESAT}$  des Transistors 3 entsprechen würde, besteht das Problem, daß die Kollektor-Emitterspannung  $U_{CE}$  an den Transistor 3 unter die Sättigungsspannung  $U_{CESAT}$  des Transistors 3 absinken kann, wenn die Flußspannung 5 der LED beispielsweise bedingt durch deren Toleranzlage unerwartet groß ist bzw. im zeitlichen Verlauf ansteigt. In diesem Sättigungsfall könnte der Transistor Q1 den Diodenstrom nicht mehr konstant halten.

Wie in Fig. 2 ersichtlich, wird bei der vorliegenden Erfindung die Kollektor-Emitterspannung und/oder die Kollektor-Basisspannung als Istwert der Regelschleife 6 erfaßt. Es ist anzumerken, daß sich die Kollektor-Emitterspannung

von der Kollektor-Basisspannung nur um den verhältnismäßig konstanten Betrag (beispielsweise 0,6 Volt) der Basis-Emitterspannung unterscheidet, da die Basis-Emitterstrecke diodenähnliche Eigenschaften hat.

In der Rückführschleife 6 wird das erfaßte Spannungssignal als Istgröße aufbereitet und einem Komparator 8 zugeführt, dem darüber hinaus der Sollwert für die Kollektor-Emitterspannung und/oder Kollektor-Basisspannung an einem Eingang 7 zugeführt wird. Abhängig von der erfaßten Abweichung Istwert/Sollwert gibt der Komparator 8 dann ein Steuersignal an das Leistungsteil 1, das einen AC/DC-Konverter mit geregelter Ausgangsspannung aufweist. Somit wird abhängig von der erfaßten Differenz die Versorgungsspannung  $U_{CC}$  derart verändert, daß der erfaßte Istwert dem Sollwert entspricht.

Der Sollwert  $U_{CE}$  wird dabei etwas oberhalb der Sättigungsspannung  $U_{CESAT}$  (allgemein zwischen ca. 0,7 und 1,2 Volt) des Transistors gewählt. Entsprechend beträgt der Sollwert für die Kollektor-Basisspannung  $U_{CB}$  dem Wert der Kollektor-Emitterspannung  $U_{CE}$  abzüglich der Spannungsabfall über die Basis-Emitterstrecke des Transistors 3 abfällt.

Aufgrund der Regelung der Versorgungsspannung  $U_{CC}$  abhängig von dem erfaßten Spannungsabfall am Transistor 3 kann die an dem Transistor 3 abfallende Spannung entsprechend knapp über der Sättigungsspannung  $U_{CESAT}$  des Transistors 3 gewählt werden, so daß die Verlustleistung und damit einhergehend die Wärmeentwicklung an den Transistor 3 verringert werden kann.

Fig. 3 zeigt eine Abwandlung des Prinzips von Fig. 1 dahingehend, daß für jede Gruppe 10, 11, 12 der roten, blauen bzw. grünen Leuchtdioden des LED-Arrays 5 eine Konstantstromquelle 2 vorgesehen ist, die jeweils für sich selbst eine Rückführschleife 6 und ein Leistungsteil 1 für die Versorgungsspannung aufweist. Die jeweils anderen Gruppen an Leuchtdioden des LED-Arrays 5 werden von eigenen Konstantstromquellen 2' versorgt, die ihre eigene Regelschleife und ihr eigenes Leistungsteil aufweisen. Selbstverständlich ist weiterhin eine gemeinsame Ablaufsteuerung 9 für sämtliche Konstantstromquellen vorgesehen, die durch entsprechende Beleuchtungssteuerung der verschiedenen Gruppen 10, 11, 12 der Leuchtdioden des LED-Arrays 5 verschiedenartige Beleuchtungseffekte, wie Farbübergänge und dgl. erzielen kann. Die Ablaufsteuerung 9 kann beispielsweise durch einen Bus angesteuert werden.

#### Patentansprüche

1. Ansteuerschaltung für wenigstens eine Leuchtdiode bzw. Leuchtdioden-Anordnung, mit einer Konstantstromquelle (2), an die eine Versorgungsspannung (1) angelegt ist und die einen Transistor (3) mit einem Steueranschluss und zwei ausgangsseitigen Anschlüssen aufweist, wobei die Leuchtdiode (5) bzw. Leuchtdioden-Anordnung in Serie zu einem der ausgangsseitigen Anschlüsse des Transistors (3) geschaltet ist, **gekennzeichnet durch** eine Regelschleife (6) zur

– Erfassung des Spannungsabfalls ( $U_{CE}$ ,  $U_{CB}$ ) zwischen den beiden ausgangsseitigen Anschlüssen des Transistors (3) und/ oder zwischen dem ausgangsseitigen Anschluss, zu dem die Leuchtdiode (5) in Serie geschaltet ist, und dem Steueranschluss, und

– Einstellung der Versorgungsspannung (1) der Konstantstromquelle (2) derart, dass der Spannungsabfall zwischen den beiden ausgangsseitigen Anschlüssen des Transistors (3) einem Sollwert entspricht, der oberhalb der Sättigungsspan-

nung des Transistors (3) liegt.

2. Ansteuerschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Transistor ein Bipolartransistor (3) ist und die Spannungsdifferenz zwischen dem Kollektor und dem Emitter erfasst wird.

5

3. Ansteuerschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelschleife (6) zur Signalaufbereitung des erfassten Spannungsabfalls ( $U_{CE}$ ,  $U_{CB}$ ) ausgebildet ist.

4. Leuchtdioden-Anordnung, aufweisend wenigstens zwei Gruppen an Leuchtdioden (10, 11, 12) unterschiedlicher Farbe, wobei jede Gruppe wenigstens eine Leuchtdiode aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass für eine jede Gruppe an Leuchtdioden eine Ansteuerschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche vorgesehen ist.

10

5. Verfahren Spannungsversorgung einer Konstantstromquelle für wenigstens eine Leuchtdiode, wobei die Konstantstromquelle (2) einen Transistor (3) mit einem Steueranschluss und zwei ausgangsseitigen Anschlüssen aufweist und die Leuchtdiode (5) in Serie zu einem der ausgangsseitigen Anschlüsse des Transistors (3) geschaltet ist, aufweisend die folgenden Schritte:

15

– Erfassung des Spannungsabfalls zwischen den beiden ausgangsseitigen Anschlüssen des Transistors (3) und/oder zwischen dem ausgangsseitigen Anschluss, zu dem die Leuchtdiode (5) in Serie geschaltet ist, und dem Steueranschluss, und

25

– Einstellung der Versorgungsspannung (1) der Konstantstromquelle (2) derart, dass der Spannungsabfall zwischen den beiden ausgangsseitigen Anschlüssen des Transistors (3) einem Sollwert entspricht, der oberhalb der Sättigungsspannung des Transistors (3) liegt.

30

35

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der erfasste Spannungsabfall ( $U_{CE}$ ,  $U_{CB}$ ) in der Rückführschleife (6) signalaufbereitet wird.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

40

45

50

55

60

65

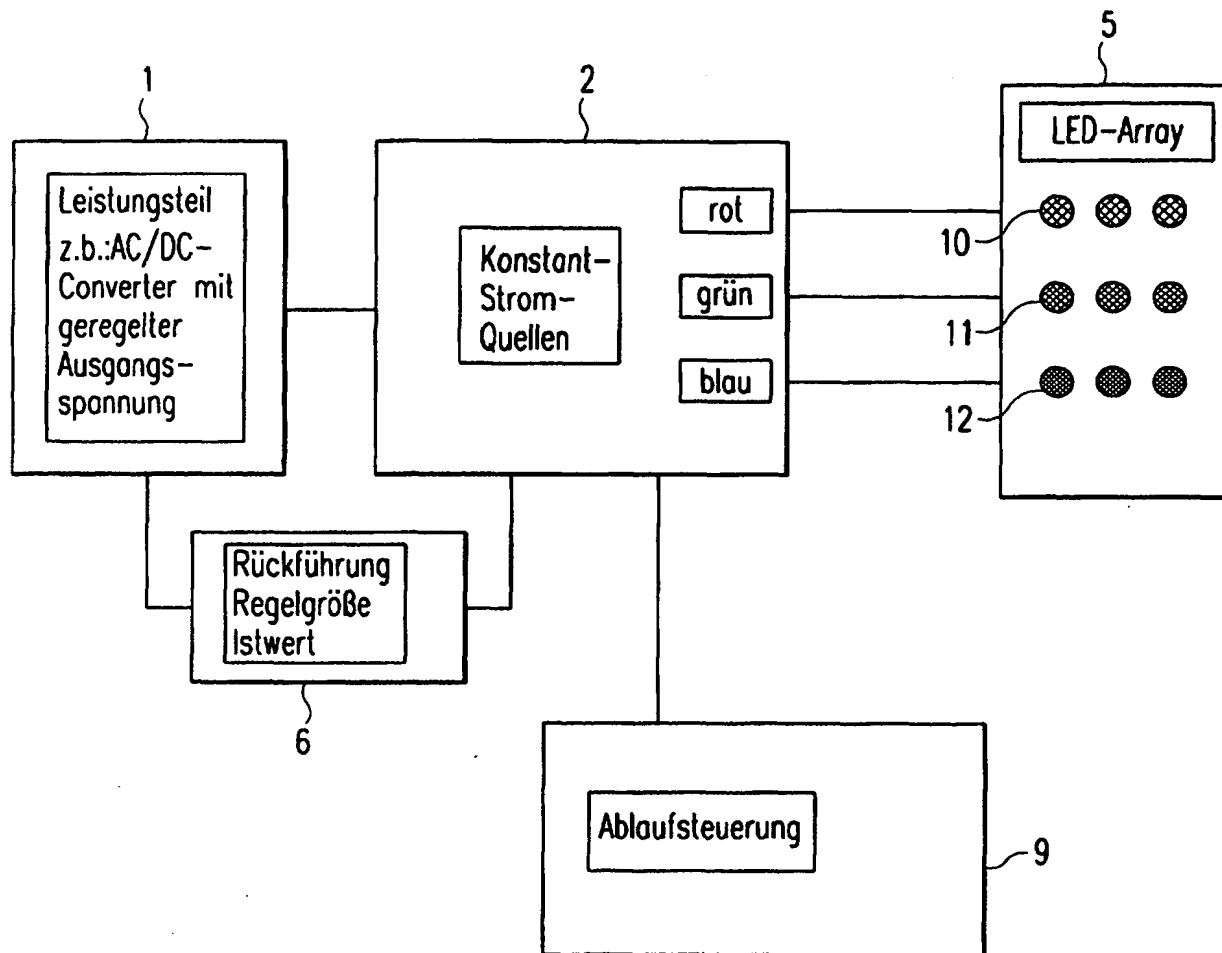


Fig. 1

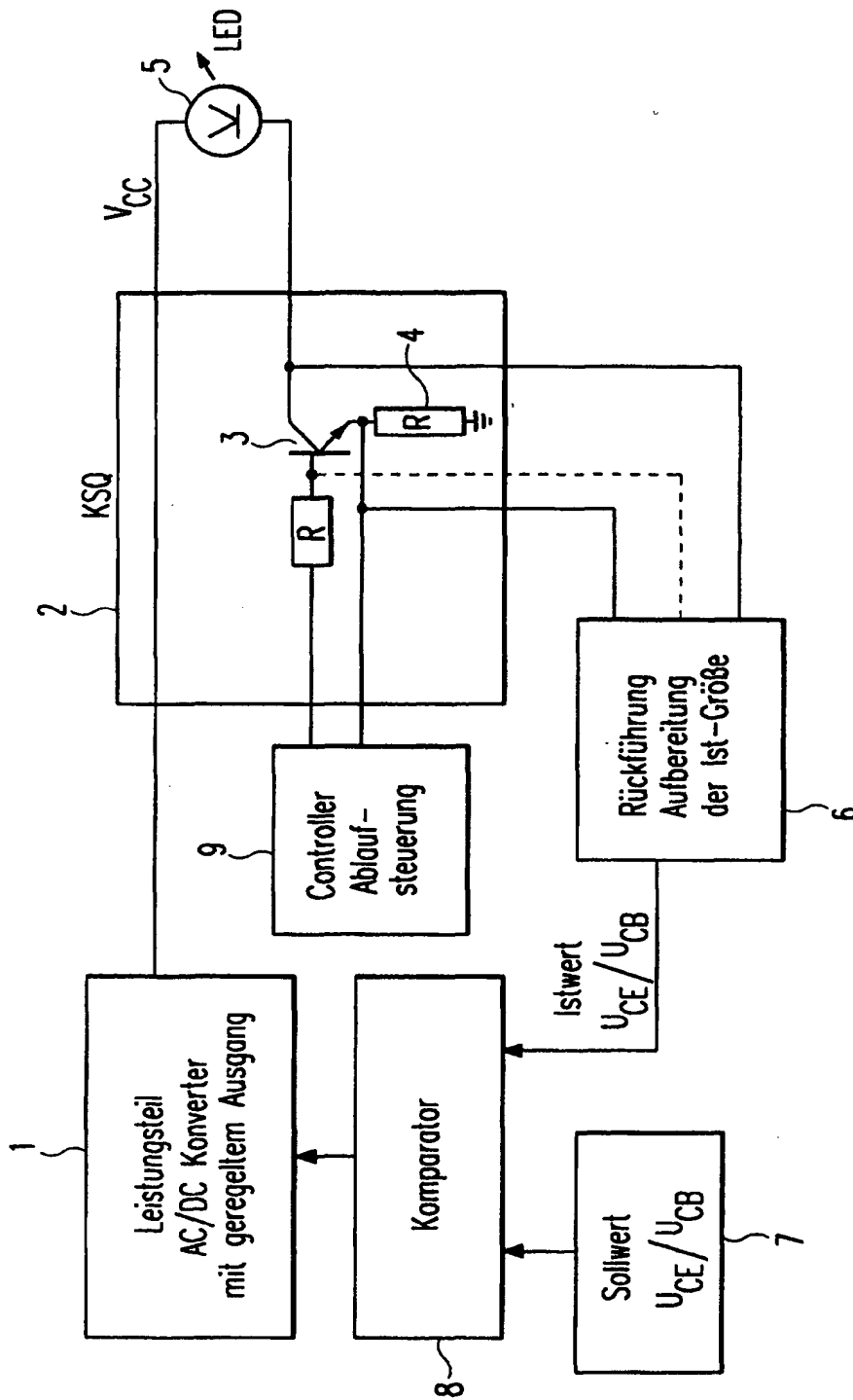


Fig. 2

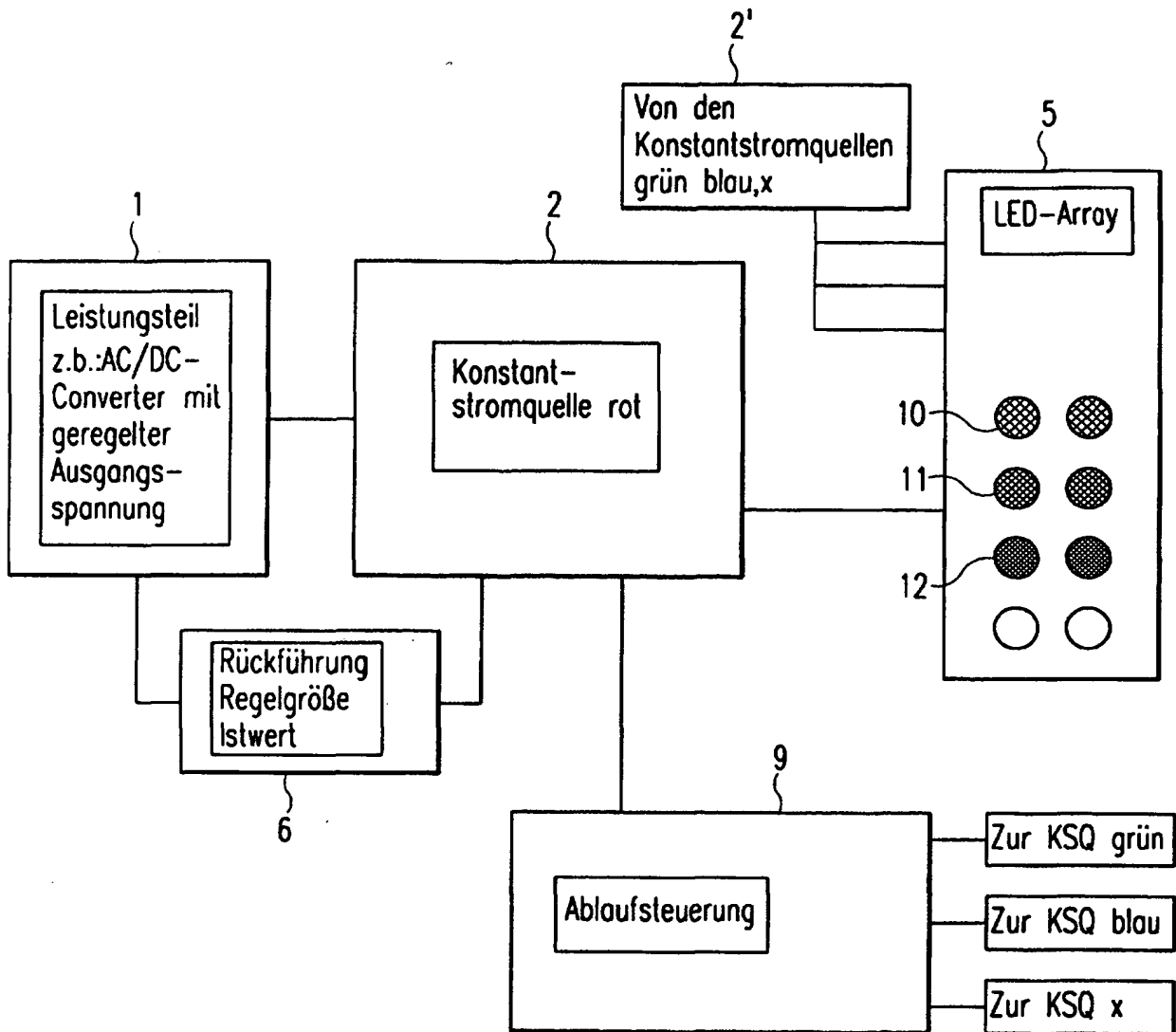


Fig. 3

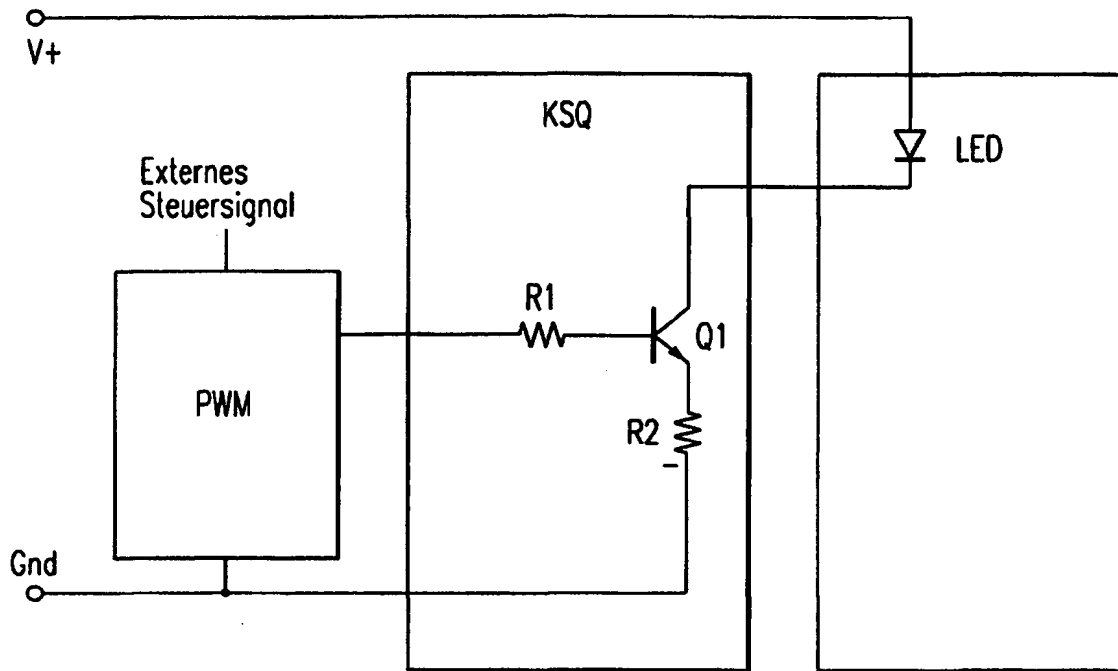


Fig. 4